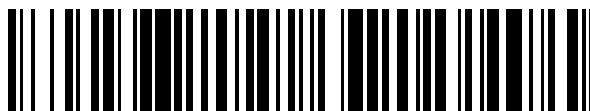


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 626 652**

51 Int. Cl.:

B29C 33/30 (2006.01)

B29C 70/34 (2006.01)

B29L 31/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.12.2012** **PCT/DK2012/050488**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.07.2013** **WO13097859**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2012** **E 12810057 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.05.2017** **EP 2797725**

54 Título: **Sección de cáscara de molde para una cáscara de molde para una pala de turbina eólica, cáscara de molde y método que utiliza las secciones de cáscara de molde**

30 Prioridad:

30.12.2011 DK 201170771

06.01.2012 US 201261583669 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

25.07.2017

73 Titular/es:

VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)

Hedeager 42

8200 Aarhus N, DK

72 Inventor/es:

DAVIS, OLAV;

DHAMODHARAN, MOHANA KRISHNA;

RAJASINGAM, DAMIEN y

THOMAS, GLENN

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 626 652 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sección de cáscara de molde para una cáscara de molde para una pala de turbina eólica, cáscara de molde y método que utiliza las secciones de cáscara de molde

5

Antecedentes de la invención

La presente invención se dirige a una sección de cáscara de molde para una cáscara de molde, para formar una pala de turbina eólica, a una cáscara de molde para formar una pala de turbina eólica, a medios de ajuste para
10 ajustar entre sí secciones de cáscara de molde adyacentes, y a un método para proporcionar una transición suave entre secciones de cáscara de molde adyacentes.

Descripción de la técnica relacionada

15 Una turbina eólica típica, tal como se conoce en la técnica, comprende una torre cónica de turbina eólica y una góndola de turbina eólica situada encima de la torre. Un rotor de turbina eólica, que tiene una serie de palas de turbina eólica, está conectado a la góndola a través de un árbol de baja velocidad, que se extiende hacia el exterior del frontal de la góndola, como se ilustra en la Fig. 1. El radio del rotor influye en el rendimiento de la turbina eólica. Por ejemplo, una turbina eólica con un mayor radio puede suministrar energía incluso en condiciones de viento más
20 ligero. Del mismo modo, una turbina eólica con un mayor radio puede suministrar más energía que una turbina eólica dada. El radio del rotor está sustancialmente determinado por la longitud de las palas de turbina eólica. Por lo tanto, las palas de las turbinas eólicas levantadas en los últimos tiempos son cada vez más largas. La longitud de las palas de la turbina eólica en el ejemplo mostrado es de aproximadamente 40 metros, aunque también son habituales longitudes de pala de entre 25 y 70 metros.

25

Las instalaciones de producción de las palas tienen que adaptarse al aumento de sus dimensiones. Las cáscaras exteriores de palas de turbina eólica normalmente son laminados, formados a partir de un material compuesto reforzado con fibras, tal como una resina reforzada por un material de fibras como por ejemplo un material de fibra de vidrio, o un material de fibra de carbono, o una combinación de los mismos. Por lo tanto, deberá ajustarse el
30 tamaño de los moldes para formar el material compuesto reforzado con fibras de las cáscaras exteriores, para que llegue a ser tan largo como las palas o incluso un poco más largo.

Puesto que las palas son cada vez más largas, el transporte por carretera de las palas se ha complicado progresivamente, ya que las carreteras no están dimensionadas para estos vehículos de transporte largos. Asimismo, resulta difícil transportar los moldes que presentan aproximadamente el mismo tamaño que las palas, de
35 manera que deben establecerse instalaciones de producción para moldes de tamaño completo, en las proximidades de las instalaciones de producción de las palas.

En los últimos tiempos, se han moldeado palas de rotor en partes que pueden disponerse a lo largo de la longitud de la pala de rotor. En consecuencia, el documento DE 198 33 869 C5 da a conocer un molde para palas de rotor de
40 turbina eólica, formado con materiales compuestos reforzados con fibras. El molde se divide en partes de molde. En cada parte de molde se forma una sección de la pala. A continuación, se juntan las secciones acabadas.

Adicionalmente, a partir del documento EP 2 316 629 A1 se conoce la provisión de un sistema de moldes modular, compuesto por una serie de secciones de molde. Las secciones de molde pueden ensamblarse para formar una
45 variación particular de una pala. Mediante un segmento terminal flexible se forma una unión de una sección de molde con una sección de molde adyacente. El segmento terminal coincide sustancialmente con el contorno de la sección de molde adyacente. El segmento terminal se ajusta para asegurar una transición suave entre las dos secciones de molde. En algunas realizaciones, el segmento terminal se dispone de manera que se proporcione una superposición con la sección de molde adyacente. La solicitud de patente del Reino Unido GB2404612 da a conocer
50 un molde en secciones, para moldear material, y que comprende al menos dos secciones y medios para unir las secciones, para sujetar las secciones entre sí.

El objeto de la presente invención es proporcionar una transición mejorada entre secciones de un molde para una
55 pala de turbina eólica.

Sumario de la invención

La invención proporciona una sección de cáscara de molde de pala de turbina eólica de una cáscara de molde, para
60 formar una pala de turbina eólica, que comprende una superficie de molde para recibir un material compuesto reforzado con fibras, para una pala, un borde de conexión dispuesto lateralmente en la sección de cáscara de molde, estando adaptado dicho borde de conexión para proporcionar una interfaz para otra sección de cáscara de molde de dicha cáscara de molde; y teniendo dicha superficie de molde una porción rebajada adyacente a dicho borde de conexión, estando adaptada dicha porción rebajada para alojar una porción de una lámina de unión. La
65 sección de cáscara de molde de acuerdo con la invención se define en la reivindicación adjunta 1. En las reivindicaciones dependientes adjuntas 2-3 se definen características preferidas adicionales de la misma.

La invención proporciona adicionalmente una cáscara de molde de pala de turbina eólica, para formar una pala de turbina eólica, que comprende al menos dos de tales secciones de cáscara de molde, enganchándose entre sí dichas secciones de cáscara de molde a lo largo de sus bordes de conexión, y una lámina de unión alojada en la porción rebajada de las secciones de cáscara de molde, en la que la lámina de unión está dispuesta para llenar la porción rebajada. La cáscara de molde de acuerdo con la invención se define en la reivindicación adjunta 4. En las reivindicaciones dependientes adjuntas 4-11 se definen características preferidas adicionales de la misma.

La invención puede incluir medios de ajuste para ajustar mutuamente una primera y segunda secciones de cáscara de molde de pala de turbina eólica, de una cáscara de molde para formar una pala de turbina eólica, comprendiendo dichos medios de ajuste un bastidor para fijar dichos medios de ajuste a la primera sección de cáscara de molde; estando adaptada una pieza de guía para engancharse con la segunda sección de cáscara de molde, y estando adaptada para deslizarse en el bastidor en una dirección de ajuste, para guiar una posición de enganche de la primera sección de cáscara de molde con la segunda sección de cáscara de molde, en la dirección de ajuste; y medios para el ajuste y/o la fijación de una posición de dicha pieza de guía con respecto a dicho bastidor.

La invención proporciona asimismo un método para proporcionar una transición suave entre secciones de cáscara de molde adyacentes, para una cáscara de molde para formar una pala de turbina eólica, que comprende las etapas de proporcionar una primera sección de cáscara de molde que comprende una primera superficie de molde, un primer borde de conexión dispuesto lateralmente sobre la primera sección de cáscara de molde, y teniendo dicha primera superficie de molde una primera porción rebajada adyacente a dicho primer borde de conexión; proporcionar una segunda sección de cáscara de molde que comprende una segunda superficie de molde, un segundo borde de conexión dispuesto lateralmente sobre la segunda sección de cáscara de molde, y teniendo dicha segunda superficie de molde una segunda porción rebajada adyacente a dicho segundo borde de conexión, en el que el segundo borde de conexión está conformado para coincidir con el primer borde de conexión; disponer la primera sección de cáscara de molde y la segunda sección de cáscara de molde para que queden adyacentes entre sí, de tal manera que el primer y segundo bordes de conexión queden enfrentados entre sí; ajustar dicha primera y segunda secciones de cáscara de molde de manera que la primera y segunda superficies de molde queden aproximadamente al ras la una con respecto a la otra, en áreas de las superficies de molde adyacentes a las porciones rebajadas; y aplicar una lámina de unión en la primera y segunda porciones rebajadas, de manera que la lámina de unión llene las porciones rebajadas. El método de acuerdo con este aspecto de la invención se define en la reivindicación adjunta 12. En las reivindicaciones dependientes adjuntas 13 y 14 se definen características preferidas adicionales del mismo.

La invención también proporciona un método para fabricar una pala de turbina eólica, que comprende las etapas de proporcionar una primera sección de cáscara de molde que comprende una primera superficie de molde, un primer borde de conexión dispuesto lateralmente sobre la primera sección de cáscara de molde, y teniendo dicha primera superficie de molde una primera porción rebajada adyacente a dicho primer borde de conexión; proporcionar una segunda sección de cáscara de molde que comprende una segunda superficie de molde, un segundo borde de conexión dispuesto lateralmente sobre la segunda sección de cáscara de molde, y teniendo dicha segunda superficie de molde una segunda porción rebajada adyacente a dicho segundo borde de conexión, en el que el segundo borde de conexión está conformado para coincidir con el primer borde de conexión; disponer la primera sección de cáscara de molde y la segunda sección de cáscara de molde para que queden adyacentes entre sí, de tal manera que el primer y segundo bordes de conexión queden enfrentados entre sí; ajustar dicha primera y segunda secciones de cáscara de molde de manera que la primera y segunda superficies de molde queden aproximadamente al ras la una con respecto a la otra, en áreas de las superficies de molde adyacentes a las porciones rebajadas; aplicar una lámina de unión en la primera y segunda porciones rebajadas, de manera que la lámina de unión llene las porciones rebajadas; proporcionar una cáscara de molde que comprende la primera y segunda secciones de cáscara de molde; y colocar fibras y una resina en la cáscara de molde, formando dichas fibras y dicha resina una primera mitad de cáscara de la pala de turbina eólica. El método de acuerdo con este aspecto de la invención se define en la reivindicación adjunta 15.

En las reivindicaciones dependientes, en la siguiente descripción y en los dibujos se exponen aspectos adicionales de la invención.

Breve descripción de los dibujos

Se explican realizaciones de la presente invención a modo de ejemplo con respecto a los dibujos adjuntos, en los que:

- La Fig. 1 ilustra una turbina eólica grande y moderna, de acuerdo con el estado de la técnica, vista desde la parte delantera,
- La Fig. 2 muestra una única pala de turbina eólica, tal como se utiliza en una turbina eólica,
- La Fig. 3 muestra un aparato de moldeo para formar palas de turbina eólica,
- La Fig. 4 muestra una vista en sección transversal del aparato de moldeo, visto desde las partes de molde de raíz,
- La Fig. 5a muestra una vista en sección transversal de una línea de separación entre secciones de cáscara de

- La Fig. 5b molde, antes de su fijación, vistas desde el lado,
muestra una vista en sección transversal de las secciones de cáscara de molde de la Fig. 5a, con una lámina de unión después de su fijación,
- 5 La Fig. 6 es una vista en perspectiva sobre el lado inferior de las secciones de cáscara de molde, con unas bridas sobresalientes,
- La Fig. 7 ilustra medios de ajuste de acuerdo con un aspecto de la invención, con un medio de transferencia asociado,
- La Fig. 8a muestra una vista en perspectiva de una sección de cáscara de molde con una brida, mirando a un lado de enganche de la brida, y una serie de medios de transferencia fijados a la brida,
- 10 La Fig. 8b muestra una vista en perspectiva de la sección de cáscara de molde de la Fig. 8a, mirando al lado opuesto al lado de enganche de la brida,
- La Fig. 9 muestra una vista en perspectiva de una sección de cáscara de molde, con una serie de actuadores de ajuste de los medios de ajuste,
- La Fig. 10 muestra un detalle de secciones de cáscara de molde enganchadas entre sí, con un actuador de ajuste y una espiga de un correspondiente medio de transferencia,
- 15 La Fig. 11 muestra una vista en sección transversal del actuador de ajuste y del medio de transferencia de acuerdo con el detalle de la Fig. 10, y
- La Fig. 12 muestra un bastidor de acuerdo con la invención, sin una pieza de guía 503.

20 Descripción detallada de realizaciones

La FIG. 1 muestra un generador 102 de turbina eólica con una góndola 104 y un buje 106 montado de forma pivotante en la góndola 104, mediante un árbol. La góndola 104 está montada sobre una torre 108 de turbina eólica, a través de una junta rotativa. El buje 106 de la turbina eólica incluye tres palas 110 de turbina eólica, fijadas al buje por un extremo de raíz 114 de las palas. El buje 106 gira alrededor de un eje central de árbol de la turbina eólica, en un plano de rotación sustancialmente perpendicular al eje central.

Antes de seguir adelante con una descripción detallada de las realizaciones de la invención, se analizan algunos aspectos generales de la presente invención. Una cáscara de molde para formar una pala de turbina eólica comprende una serie de secciones de cáscara de molde. Cada sección de cáscara de molde comprende una superficie de molde, para recibir un material compuesto reforzado con fibras, para una pala, un borde de conexión dispuesto lateralmente en la sección de cáscara de molde, estando adaptado dicho borde de conexión para proporcionar una interfaz para otra sección de cáscara de molde de dicho molde, y teniendo dicha superficie de molde una porción rebajada adyacente a dicho borde de conexión, estando adaptada dicha porción rebajada para alojar una porción de una lámina de unión.

En algunas realizaciones, la superficie de la porción rebajada está adaptada para permitir la adherencia a una lámina de unión, que comprende un material compuesto reforzado con fibras y/o un revestimiento de gel.

En algunas realizaciones, dicha porción rebajada está dimensionada para permitir que una lámina de unión alojada en la porción rebajada forme una superficie a ras con la superficie de molde.

En algunas realizaciones, la porción rebajada se hunde con respecto a un nivel normal de la superficie de molde, comprendiendo la porción rebajada una sección recta, que tiene una sección transversal oblonga, adyacente a los bordes de conexión, y una sección cónica que se estrecha desde el nivel de la sección recta hasta el nivel del nivel normal de la superficie de molde.

En algunas realizaciones, la sección de cáscara de molde comprende un medio de ajuste para ajustar entre sí dicha sección de cáscara de molde y otra sección de cáscara de molde, en la que los medios de ajuste están dispuestos en la sección de cáscara de molde, adyacentes al borde de conexión.

En algunas realizaciones, la sección de cáscara de molde comprende una brida que se extiende a lo largo del borde de conexión, perpendicularmente a la superficie de molde y en un lado de la sección de cáscara de molde opuesto a la superficie de molde, estando dispuesta dicha brida para la fijación de dicha sección de cáscara de molde a una brida de otra sección de cáscara de molde, y/o presentando características para la fijación de medios de ajuste, para ajustar dicha sección de cáscara de molde a la otra sección de cáscara de molde.

En algunas realizaciones, dicha brida presenta una parte de los medios de ajuste previamente fijada.

En algunas realizaciones, dicha brida está adaptada para su atornillado a la brida de la otra sección de cáscara de molde.

Una cáscara de molde para formar una pala de turbina eólica comprende al menos dos de tales secciones de cáscara de molde, en la que dichas secciones de cáscara de molde se enganchan entre sí a lo largo de sus bordes de conexión, y una lámina de unión alojada en las porciones rebajadas de las secciones de cáscara de molde, en la que la lámina de unión está dispuesta para llenar la porción rebajada.

En algunas realizaciones, dicha lámina de unión comprende un laminado, que comprende una tela tejida y/o una resina.

5 En algunas realizaciones, dicha lámina de unión comprende un revestimiento de gel que cubre el laminado y que se hace coincidir con las superficies de molde de las secciones de cáscara de molde.

10 Para ajustar mutuamente la primera y segunda secciones de cáscara de molde, de una cáscara de molde para formar una pala de turbina eólica, se proporcionan medios de ajuste, comprendiendo dichos medios de ajuste un bastidor para fijar dichos medios de ajuste a la primera sección de cáscara de molde, una pieza de guía que está adaptada para engancharse con la segunda sección de cáscara de molde y que está adaptada para deslizarse en el bastidor, en una dirección de ajuste, para guiar una posición de enganche de la primera sección de cáscara de molde con la segunda sección de cáscara de molde en la dirección de ajuste, y medios para el ajuste y/o la fijación de una posición de dicha pieza de guía con respecto a dicho bastidor.

15 Tal como se usa en el presente documento, por bastidor se entiende una disposición de piezas estructurales que dan forma o soporte a algo.

20 En algunas realizaciones, el guiado de una posición de enganche de la primera sección de cáscara de molde con la segunda sección de cáscara de molde comprende guiar dicha segunda sección de cáscara de molde en la dirección de ajuste.

En algunas realizaciones, dicha guía permite el desplazamiento libre de la posición de enganche transversalmente a la dirección de ajuste.

25 En algunas realizaciones, dichos medios para el ajuste y/o la fijación de una posición comprenden un engranaje de tornillo sin fin, y dicha pieza de guía está adaptada para deslizarse en dicho bastidor, en respuesta a una acción del engranaje de tornillo sin fin.

30 En algunas realizaciones, los medios para el ajuste y/o la fijación de una posición comprenden al menos un tornillo enroscado en dicho bastidor, y que se engancha con dicha pieza de guía en una ranura alargada que se extiende en paralelo a la dirección de ajuste.

35 En algunas realizaciones, dicha pieza de guía está dispuesta en un lado del bastidor opuesto al lado para su fijación a una sección de cáscara de molde.

En algunas realizaciones, los medios de ajuste comprenden adicionalmente una espiga para transferir el movimiento de la pieza de guía a la segunda sección de cáscara de molde.

40 En algunas realizaciones, los medios de ajuste comprenden un medio de transferencia fijado a la segunda sección de cáscara de molde, en los que dicho medio de transferencia comprende dicha espiga, y en los que dicha pieza de guía comprende una abertura alargada que se extiende transversalmente a la dirección de ajuste, y que está adaptada para engancharse con la espiga.

45 En algunas realizaciones, dicho bastidor tiene una abertura de bastidor, que está alineada con dicha abertura alargada de dicha pieza de guía. La abertura de bastidor se extiende en la dirección de ajuste y en la dirección transversal a la dirección de ajuste, aproximadamente al menos la longitud de la abertura alargada de la pieza de guía. La longitud de la abertura alargada se refiere a la dimensión de la abertura alargada a lo largo de su extensión.

50 En algunas realizaciones, dicha espiga está unida a la pieza de guía. La otra respectiva sección de cáscara de molde puede comprender un orificio, y la espiga puede engancharse con el orificio. El orificio puede estar conformado como una abertura alargada.

55 Para una transición suave entre secciones de cáscara de molde adyacentes, se proporciona una primera sección de cáscara de molde que comprende una primera superficie de molde y un primer borde de conexión, dispuesto lateralmente sobre la primera sección de cáscara de molde, teniendo dicha primera superficie de molde una primera porción rebajada adyacente a dicho primer borde de conexión. Se proporciona una segunda sección de cáscara de molde que comprende una segunda superficie de molde y un segundo borde de conexión, dispuesto lateralmente sobre la segunda sección de cáscara de molde, teniendo dicha segunda superficie de molde una segunda porción rebajada adyacente a dicho segundo borde de conexión, en la que el segundo borde de conexión está conformado para coincidir con el primer borde de conexión. La primera sección de cáscara de molde y la segunda sección de cáscara de molde se disponen adyacentes entre sí, de tal manera que el primer y segundo bordes de conexión queden enfrentados entre sí. La primera y segunda secciones de cáscara de molde se ajustan de tal manera que la primera y segunda superficies de molde queden aproximadamente al ras la una con respecto a la otra, en áreas de las superficies del molde adyacentes al primer y segundo bordes de conexión. Se aplica una lámina de unión en la
60 primera y segunda porciones rebajadas, de manera que la lámina de unión llena las porciones rebajadas.
65

Tal como se utiliza en el presente documento, transición suave pretende referirse a una transición entre dos secciones de cáscara de molde adyacentes que no induzca un escalón en un laminado formado en la cáscara de molde.

5 En algunas realizaciones, ajustar dicha primera y segunda secciones de cáscara de molde se lleva a cabo con medios de ajuste adaptados para ajustar la altura de dichas primera y segunda secciones de cáscara de molde, la una con respecto a la otra, y para proporcionar un desplazamiento libre de dichas primera y segunda secciones de cáscara de molde la una con respecto a la otra, en una dirección de cuerda del perfil. Tal como se usa en el presente documento, una dirección de cuerda del perfil se refiere a una dirección desde una parte de la cáscara de
10 molde proporcionada para un borde de salida previsto, de una pala que va a formarse, hasta una parte de la cáscara de molde proporcionada para un borde de ataque previsto, de tal pala. Tal como se usa en el presente documento, altura se refiere a la distancia hasta una superficie de soporte de una cáscara de molde.

15 En algunas realizaciones, dichos medios de ajuste están fijados a la primera y/o segunda secciones de cáscara de molde adyacentes al correspondiente borde de conexión.

En algunas realizaciones, dicha primera sección de cáscara de molde comprende una primera brida que se extiende a lo largo del primer borde de conexión, perpendicularmente a la primera superficie de molde, en un lado de la primera sección de cáscara de molde opuesto a la primera superficie de molde, y dicha segunda sección de cáscara
20 de molde comprende una segunda brida que se extiende a lo largo del segundo borde de conexión, perpendicularmente a la segunda superficie de molde, en un lado de la segunda sección de cáscara de molde opuesto a la segunda superficie de molde, comprendiendo estas realizaciones adicionalmente la etapa de disponer un actuador de ajuste de dichos medios de ajuste sobre la primera brida, y disponer una espiga en la segunda brida, de manera que la espiga sobresalga de dichas primera y segunda bridas y de dicho actuador de ajuste.

25 En algunas realizaciones, se disponen medios de ajuste adicionales para ajustar dichas primera y segunda secciones de cáscara de molde, la una con respecto a la otra, en una dirección de cuerda del perfil, y para proporcionar un desplazamiento libre de dichas primera y segunda secciones de cáscara de molde en una dirección de altura.

30 En algunas realizaciones, dichas primera y segunda secciones de cáscara de molde se fijan entre sí por medio de pernos, tras haberse ajustado.

35 En algunas realizaciones, la aplicación de una lámina de unión comprende aplicar un laminado que comprende una tela tejida seca y/o una resina.

En algunas realizaciones, la aplicación de una lámina de unión comprende aplicar un revestimiento de gel y hacer coincidir dicho revestimiento de gel con dicha primera y segunda superficies de molde.

40 Para fabricar una pala de turbina eólica se proporciona una primera sección de cáscara de molde, que comprende una primera superficie de molde y un primer borde de conexión dispuesto lateralmente sobre la primera sección de cáscara de molde, teniendo dicha primera superficie de molde una primera porción rebajada adyacente a dicho primer borde de conexión. Se proporciona una segunda sección de cáscara de molde que comprende una segunda
45 superficie de molde y un segundo borde de conexión dispuesto lateralmente sobre la segunda sección de cáscara de molde, teniendo dicha segunda superficie de molde una segunda porción rebajada adyacente a dicho segundo borde de conexión, en la que el segundo borde de conexión está conformado para coincidir con el primer borde de conexión. La primera sección de cáscara de molde y la segunda sección de cáscara de molde se disponen adyacentes entre sí, de tal manera que el primer y segundo bordes de conexión queden enfrentados entre sí. Se ajustan la primera y segunda secciones de cáscara de molde, de tal manera que la primera y segunda superficies de
50 molde queden aproximadamente al ras la una con respecto a la otra, en áreas de las superficies de molde adyacentes al primer y segundo bordes de conexión. Se aplica una lámina de unión en la primera y segunda porciones rebajadas, de manera que la lámina de unión llena las porciones rebajadas. Se proporciona una cáscara de molde que comprende la primera y segunda secciones de cáscara de molde, y se colocan fibras y una resina en la cáscara de molde. Las fibras y la resina forman una primera mitad de cáscara de la pala de turbina eólica.

55 En algunas realizaciones, el método comprende adicionalmente la etapa de proporcionar una segunda mitad de cáscara de la pala, posicionar la segunda mitad de cáscara sobre la primera mitad de cáscara, y acoplar la primera y segunda mitades de cáscaras de pala entre sí.

60 La Fig. 2 muestra una única pala 20 de turbina eólica. La pala 20 de turbina eólica es una estructura alargada que tiene una cáscara exterior 24, dispuesta alrededor de un elemento de soporte interior o larguero 26. La cáscara exterior 24 puede conformarse de manera óptima para conferir a la pala 20 las propiedades aerodinámicas deseadas para generar sustentación, mientras que el larguero 26 proporciona los aspectos estructurales (por ejemplo, resistencia, rigidez, etc.) a la pala 20. La pala alargada 20 incluye un extremo de raíz 28 que está acoplado
65 al buje central 18, cuando está montada en el buje 106, y un extremo de punta 30 en un lado opuesto al extremo de raíz 28. La cáscara exterior 24 incluye una primera mitad superior 32 de cáscara, en el lado de succión de la pala 20,

y una segunda mitad inferior 34 de cáscara en el lado de presión de la pala 20. Las mitades superior e inferior 32, 34 de cáscara están acopladas entre sí, a lo largo de un borde de ataque 36 y un borde de salida 38, situados uno frente a otro a lo ancho de la pala 20.

5 La Fig. 3 muestra un aparato de moldeo 50 para formar palas de rotor, tales como la pala 20 descrita anteriormente. El aparato de moldeo 50 incluye una primera mitad 52 de molde y una segunda mitad 54 de molde, posicionadas la una junto a la otra. La primera mitad 52 de molde está configurada para su uso para formar, al menos parcialmente, la primera mitad 32 de cáscara de la pala 20 y la segunda mitad 54 de molde está configurada para su uso para formar, al menos parcialmente, la segunda mitad 34 de cáscara de la pala 20. Con este fin, la primera mitad 52 de
10 molde incluye una primera superficie contorneada 58 de molde, que corresponde generalmente a un negativo de la superficie contorneada de la primera mitad 32 de cáscara. De manera similar, la segunda mitad 54 de molde incluye una segunda superficie contorneada 62 de molde, que corresponde generalmente a un negativo de la superficie contorneada de la segunda mitad 34 de cáscara. La primera mitad 52 de molde comprende una primera mitad 52a de cáscara de molde que forma la primera superficie contorneada 58 de molde, y una primera estructura 52b de soporte para soportar la primera mitad 52a de cáscara de molde. Del mismo modo, la segunda mitad 54 de molde comprende una segunda mitad 54a de cáscara de molde que forma la segunda superficie contorneada 62 de molde, y una segunda estructura 54b de soporte para soportar la segunda mitad 54a de cáscara de molde. En algunas realizaciones, la primera y segunda mitades 52a, 54a de cáscara de molde están formadas a partir de un material compuesto reforzado con fibras. En algunas realizaciones, el material compuesto reforzado con fibras comprende
15 resina, fibra de carbono y/o fibra de vidrio. En algunas realizaciones, la primera y segunda estructuras de soporte están formadas por bastidores metálicos, tales como bastidores de acero.

La primera mitad 52a de cáscara de molde incluye una primera parte 53 de molde de punta para formar una mitad de extremo de punta superior de la mitad superior 32 de cáscara, y una primera parte 55 de molde de raíz para formar una mitad de extremo superior de raíz de la mitad superior 32 de cáscara. De la misma manera, la segunda
25 mitad 54a de cáscara de molde incluye una segunda parte 57 de molde de punta para formar una mitad de extremo inferior de punta de la mitad inferior 34 de cáscara, y una segunda parte 59 de molde de raíz para formar una mitad de extremo inferior de raíz de la mitad inferior 34 de cáscara.

30 Como puede observarse en la Fig. 3, la primera y segunda mitades 52, 54 de molde tienen una estructura partida, separada a lo largo de una primera línea de separación 405 de la primera mitad 52a de cáscara de molde, y una segunda línea de separación 406 de la segunda mitad 54a de cáscara de molde. La primera línea de separación 405 separa la primera mitad 52a de cáscara de molde en unas primeras secciones 401, 402 de cáscara de molde, distribuidas en una dirección longitudinal del molde. La dirección longitudinal se extiende desde la primera y segunda partes 55, 59 de molde de raíz hasta la primera y segunda partes 53, 57 de molde de punta. En la realización representada, las primeras secciones 401, 402 de cáscara de molde incluyen una primera sección 401 de cáscara de molde de raíz, que comprende la primera parte 55 de molde de raíz, y una sección 402 de cáscara de molde de punta que comprende la primera parte 53 de molde de punta. La segunda línea de separación 406 separa la segunda mitad 54a de cáscara de molde en unas segundas secciones 403, 404 de cáscara de molde, distribuidas en la dirección longitudinal del molde. En la realización, las segundas secciones 403, 404 de cáscara de molde incluyen una segunda sección 403 de cáscara de molde de raíz, que comprende la segunda parte 59 de molde de raíz, y una segunda sección 404 de cáscara de molde de punta que comprende la segunda parte 57 de molde de punta. La primera y segunda líneas de separación 405, 406 se extienden transversalmente, en relación a la dirección longitudinal del molde, en una dirección de cuerda del perfil.

45 En algunas realizaciones, la primera mitad 52a de cáscara de molde está separada en una primera sección 401 de cáscara de molde de raíz y una primera sección 402 de cáscara de molde de punta, para facilitar el transporte y el manejo de la primera mitad 52a de cáscara de molde. Del mismo modo, en la realización la segunda mitad 54a de cáscara de molde está separada en la segunda sección 403 de cáscara de molde de raíz y la segunda sección 404 de cáscara de molde de punta.

En la realización representada, la primera estructura 52b de soporte está separada en partes, una parte que soporta la primera sección 401 de cáscara de molde de raíz y otra parte que soporta la sección 402 de cáscara de molde de punta. Asimismo, la segunda estructura 54b de soporte de la realización está separada en una parte que soporta la
55 segunda sección 403 de cáscara de molde de raíz y otra parte que soporta la segunda sección 404 de cáscara de molde de punta. En otras realizaciones, las secciones de cáscara de molde de raíz y de punta pueden estar dispuestas sobre una única estructura de soporte, para cada mitad de cáscara de molde.

En algunas realizaciones, una de las primera y segunda mitades 52, 54 de molde es móvil con respecto a la otra, de tal manera que la primera y segunda mitades 52, 54 de molde puedan usarse para acoplar la primera y segunda mitades 32, 34 de cáscara de pala entre sí, y para formar la cáscara exterior 24 de la pala 20. En algunas realizaciones, el aparato de moldeo 50 tiene una configuración de concha de almeja que presenta una mitad de molde fija y una mitad de molde móvil, con respecto a la mitad de molde fija, de modo que puede descansar encima de la mitad de molde fija. Por ejemplo, la primera mitad 52 de molde puede estar configurada para su fijación al
60 suelo, y la segunda mitad 54 de molde puede estar configurada para ser móvil con respecto a la primera mitad 52 de molde y con respecto al suelo.

Con tal configuración de concha de almeja, la segunda mitad 54 de molde puede ser móvil con respecto a la primera mitad 52 de molde, entre una posición abierta, tal como se ilustra en la Fig. 3, y una posición cerrada en la que la segunda mitad 54 de molde descansa sobre la primera mitad de molde, de tal manera que la primera y segunda superficies contorneadas 58, 62 de molde forman una cavidad entre la primera y segunda mitades 52, 54 de molde.

En la posición abierta, las superficies contorneadas 58, 62 de la primera y segunda mitades 52, 54 de molde, respectivamente, están expuestas de manera que puedan formarse las mitades 32, 34 de cáscara de pala en las mismas. En la posición cerrada, con la segunda mitad 54 de molde colocada encima de la primera mitad 52 de molde, respectivos pares de bordes enfrentados de la primera y segunda mitades 32, 34 de cáscara de pala pueden estar generalmente alineados, y haciendo contacto o haciendo casi contacto entre sí, con el fin de su acoplamiento mutuo.

En la realización representada, el aparato de moldeo 50 incluye un conjunto de giro 78, para efectuar el movimiento de la segunda mitad 54 de molde con respecto a la primera mitad 52 de molde. El conjunto de giro 78 está situado entre la primera y segunda mitades 52, 54 de molde, cuando están en su posición abierta. El conjunto de giro 78 incluye un mecanismo de bisagra o de pivote. Por consiguiente, la segunda mitad 54 de molde está adaptada para girar alrededor de un eje de pivote, definido por el mecanismo de bisagra o de pivote.

La Fig. 4 muestra una sección transversal del aparato de moldeo 50, vista desde la primera y segunda partes 55, 59 de molde de raíz. En la configuración representada, las partes de las mitades 32, 34 de cáscara de pala que forman el borde de ataque 36 están dispuestas adyacentes al conjunto de giro 78. En esta configuración, las partes de las mitades 32, 34 de cáscara de pala que forman el borde de salida 38 de la pala 20 están dispuestas sobre los lados exteriores del aparato de moldeo 50. Para las mitades 32, 34 de cáscara de pala, se aplican un material de fibras y resina en la primera y segunda mitades 52, 54 de molde, desde arriba.

La primera y segunda mitades 52, 54 de molde se posicionan sobre una superficie 56 de soporte, tal como el suelo, un piso, plataforma, etc., de una fábrica.

Otras realizaciones de la primera y segunda mitades 52a, 54a de cáscara de molde presentan tres o más secciones de cáscara de molde, estando cada una de ellas separada a lo largo de líneas de separación. En algunas de las realizaciones, todas las líneas de separación se extienden en una dirección transversal, y las secciones de cáscara de molde están distribuidas en una dirección longitudinal del molde. En otras realizaciones, las líneas de separación se extienden en direcciones transversal y longitudinal.

La siguiente descripción puede aplicarse por igual a la primera mitad 52 de molde y a la segunda mitad 54 de molde, de tal manera que se hace referencia a modo de ejemplo a la sección 401 de cáscara de molde de raíz y a la sección 402 de cáscara de molde de punta sin distinguir entre la primera y segunda secciones de cáscara de molde. Las enseñanzas son igualmente aplicables para cáscaras de molde con tres o más secciones de cáscara de molde, dispuestas longitudinalmente o la dirección de cuerda del perfil.

La Fig. 5a muestra la línea de separación 405 entre la sección 401 de cáscara de molde de raíz y la sección 402 de cáscara de molde de punta, antes de su fijación, en una vista en sección transversal según se mira desde el lado. La línea de separación 405 se extiende entre un borde de conexión 407 de la sección 401 de cáscara de molde de raíz, y un borde de conexión 408 de la sección 402 de cáscara de molde de punta. En la Fig. 5a, los bordes de conexión 407, 408 se muestran con un hueco en el medio, que puede estar presente antes de conectar la sección 401 de cáscara de molde de raíz y la sección 402 de cáscara de molde de punta. Cuando se conecten la sección 401 de cáscara de molde de raíz y la sección 402 de cáscara de molde de punta, no quedará hueco. En la realización representada, los bordes de conexión 407, 408 se extienden transversalmente en relación con la dirección longitudinal del molde, a lo largo de la línea de separación 405.

La sección 401 de cáscara de molde de raíz comprende una superficie 411 de molde de sección de raíz, una cubierta posterior 415 de sección de raíz y una estructura de separación 413 de sección de raíz, intercalada entre la superficie 411 de molde de sección de raíz y la cubierta posterior 415 de sección de raíz. La superficie 411 de molde de sección de raíz forma la superficie contorneada 58 de molde en el área de la primera parte 55 de molde de raíz. La cubierta posterior 415 de sección de raíz y la estructura de separación 413 de sección de raíz proporcionan un soporte de la superficie 411 de molde de sección de raíz, al menos parcialmente, sobre el área de la sección 401 de cáscara de molde de raíz. En algunas realizaciones, la superficie 411 de molde de sección de raíz y la cubierta posterior 415 de sección de raíz están formadas con un material compuesto reforzado con fibras, tal como una resina reforzada por un material de fibras, tal como un material de fibra de vidrio o un material de fibra de carbono, o una combinación de los mismos. En algunas realizaciones, la superficie 411 de molde de sección de raíz está cubierta con un revestimiento. En algunas realizaciones, el revestimiento es una capa antiadherente que evita la adherencia de la resina a la superficie 411 de molde de sección de raíz. En algunas realizaciones, el revestimiento es un revestimiento de gel. En algunas realizaciones, la estructura de separación 413 de sección de raíz está formada por una estructura de panel.

Del mismo modo, la sección 402 de cáscara de molde de punta comprende una superficie 412 de molde de sección de punta, una cubierta posterior 416 de sección de punta y una estructura de separación 414 de sección de punta,

intercalada entre la superficie 412 de molde de sección de punta y la cubierta posterior 416 de sección de punta. La superficie 412 de sección de molde de punta forma la superficie contorneada 58 de molde en el área de la primera parte 53 de molde de punta. Otros detalles de la primera sección 402 de cáscara de molde de punta se disponen de manera correspondiente a la sección 401 de cáscara de molde de raíz, como se ha explicado anteriormente.

La superficie 411 de molde de sección de raíz tiene una porción rebajada 419 adyacente al borde de conexión 407 de la sección 401 de cáscara de molde de raíz. Del mismo modo, la superficie 412 de molde de sección de punta tiene una porción rebajada 420 adyacente al borde de conexión 408. Las porciones rebajadas 419, 420 se extienden a lo largo de los bordes de conexión 407, 408. En la Fig. 5a, las porciones rebajadas 419, 420 se muestran con referencia a una línea discontinua que marca el nivel normal de las superficies 411, 412 de molde de sección de punta y de raíz. Cuando la sección 401 de cáscara de molde de raíz y la sección 402 de cáscara de molde de punta hacen tope la una con la otra, puede alojarse una lámina de unión en las porciones rebajadas 419, 420, de manera que cada una de las porciones rebajadas 419, 420 aloje una respectiva porción de la lámina de unión. De este modo, la lámina de unión cubre la línea de separación 405 entre la sección 401 de cáscara de molde de raíz y la sección 402 de cáscara de molde de punta. Con este fin, las porciones rebajadas 419, 420 están conformadas de acuerdo con la lámina de unión prevista, proporcionando por ejemplo espacio para una banda amplia, larga y plana.

La Fig. 5b muestra la sección 401 de cáscara de molde de raíz y la sección 402 de cáscara de molde de punta tras su conexión, estando alojada una lámina de unión 421 en las porciones rebajadas 419, 420. La lámina de unión 421 llena las porciones rebajadas. Una interfaz se extiende a lo largo de la línea de separación 405, entre los bordes de conexión 407, 409. La lámina de unión 421 está aproximadamente a ras con la superficie 411 de molde de sección de raíz y la superficie 412 de molde de sección de punta. Así, se evita una transferencia de irregularidad, debido a la interfaz entre los bordes de conexión 407, 409, a la mitad 32 de cáscara de pala, para facilitar una transición suave entre las secciones 401, 402 de cáscara de molde. La lámina de unión también puede proporcionar una conexión estanca entre las secciones 401, 402 de cáscara de molde, tal como se requiere para ciertos métodos de laminación. La lámina de unión deberá cubrir al menos la interfaz entre los bordes de conexión 407, 409, en el área de las superficies de molde en la que se formarán las cáscaras de pala. En algunas realizaciones, la lámina de unión 421 puede estar formada por un material compuesto reforzado con fibras, tal como un laminado de una resina reforzada por un material de fibras, tal como un material de fibra de vidrio o un material de fibra de carbono, o una combinación de los mismos. En algunas realizaciones, la lámina de unión 421 y las porciones rebajadas 419, 420 están dispuestas para adherirse entre sí. Con este fin, la superficie de las porciones rebajadas 419, 420 está preparada para permitir la adherencia a la lámina de unión, por ejemplo al presentar cierta rugosidad de la superficie y/o un determinado material. En la Fig. 5b, la lámina de unión 421 comprende una tela tejida seca 422 y una resina 423. Otras realizaciones de la lámina de unión comprenden una tela no tejida. En algunas realizaciones, la lámina de unión 421 está cubierta con un revestimiento. En algunas de estas realizaciones, el revestimiento es una capa antiadherente que evita la adherencia de una resina para la estructura de la mitad 32 de cáscara de pala. En algunas realizaciones, el revestimiento está formado como revestimiento de gel. El revestimiento puede estar conformado para adaptar la lámina de unión a la superficie 411 de molde de sección de raíz y a la superficie 412 de molde de sección de punta. En algunas realizaciones, cada una de las porciones rebajadas 419, 420 tiene una sección recta con una sección transversal oblonga adyacente a los bordes de conexión 407, 409, y una sección cónica que se estrecha desde el nivel de la sección recta hasta el nivel normal de las superficies 411, 412 de molde. La sección recta está particularmente adaptada para alojar el tejido de la lámina de unión. La sección cónica está particularmente adaptada para alojar la resina y/o el revestimiento de gel. Por ejemplo, la sección recta tendrá una anchura de 60 mm y la sección recta y la sección cónica tendrán una anchura combinada de 100 mm. En otras realizaciones, la relación entre la anchura de la sección recta y la anchura combinada es de 3 a 5.

En las Figs. 5a y 5b, la sección 401 de cáscara de molde de raíz y la sección 402 de cáscara de molde de punta se muestran con unas respectivas bridas 409, 410. Las bridas 409, 410 se extienden transversalmente en relación a la dirección longitudinal del molde, a lo largo de la línea de separación 405 y de los bordes de conexión 407, 408, perpendicularmente a la superficie 411 de molde de sección de raíz y la superficie 412 de molde de sección de punta, y en un lado de las secciones 401, 402 de cáscara de molde de molde opuesto al lado con la porción rebajada 419, 420 y las superficies 411, 412 de molde. Cuando la sección 401 de cáscara de molde de raíz y la sección 402 de cáscara de molde de punta están enganchadas, las bridas 409, 410 hacen tope la una contra la otra.

Las bridas 409, 410 están dispuestas para proporcionar características para medios de ajuste, que permiten ajustar las secciones 401, 402 de cáscara de molde entre sí. Las bridas 409, 410 también están dispuestas para fijar entre sí las secciones de cáscara de molde. Para ello, se proporcionan unos medios de fijación tales como remaches, pernos o pernos roscados. De este modo, los medios de ajuste y/o de fijación unen los bordes de conexión 407, 408, de manera que se evite el desplazamiento de un borde de conexión con respecto al otro borde de conexión, debido a la flexión de una de las secciones 401, 402 de cáscara de molde durante un procedimiento de ajuste, así como durante el uso cuando las secciones estén conectadas. Dado que los bordes de conexión 407, 408 se soportan mutuamente, impiden que las secciones 401, 402 de cáscara de molde se inclinen hacia los bordes de conexión 407, 408. Por consiguiente, se mejora la alineación de la superficie 411 de molde de sección de raíz y la superficie 412 de molde de sección de punta.

La Fig. 6 es una vista en perspectiva de las bridas 409, 410 de la sección 401 de cáscara de molde de raíz y de la

sección 402 de cáscara de molde de punta. A lo largo de la brida 409 de la sección 401 de cáscara de molde de raíz se proporcionan diversos medios de ajuste 500. Las piezas mostradas de los medios de ajuste 500 son actuadores de ajuste, que están complementados por unos medios de transferencia dispuestos sobre la brida 410 de la sección 402 de cáscara de molde de punta, en posiciones correspondientes a los actuadores de ajuste. En algunas realizaciones, los actuadores de ajuste están dispuestos sobre las bridas 409, 410, orientados en sentido opuesto a la respectiva otra sección de cáscara de molde. En estas realizaciones, los medios de transferencia sobresalen a través de las bridas 409, 410 para engancharse con los actuadores de ajuste.

En la realización mostrada, las bridas 409, 410 comprenden diversos orificios 424. Los orificios en las bridas 409, 410 de la sección 401 de cáscara de molde de raíz y de la sección 402 de cáscara de molde de punta están aproximadamente alineados entre sí. Los orificios 424 proporcionan características para medios de fijación para fijar entre sí la sección 401 de cáscara de molde de raíz y la sección 402 de cáscara de molde de punta. Tales medios de fijación son, por ejemplo, remaches, pernos o pernos roscados. Las bridas 409, 410 también proporcionan características para la fijación de los medios de ajuste 500 y los medios de transferencia. Los orificios proporcionan pasos para los medios de transferencia.

La Fig. 7 muestra realizaciones del actuador de ajuste 501 y del medio de transferencia 551. El actuador de ajuste 501 comprende una pieza de guía 503, para una parte correspondiente del medio de transferencia 551, y un bastidor 502 que aloja la pieza de guía 503. La pieza de guía 503 se guía linealmente en el bastidor, para poder deslizarse hacia delante y hacia detrás en una dirección de ajuste. La pieza de guía 503 comprende una abertura alargada 504, que se alarga en sentido transversal a la dirección de ajuste. El bastidor 502 comprende una abertura de bastidor, que está alineada con la abertura alargada 504 de la pieza de guía 503. El bastidor proporciona características 508 para la fijación del actuador de ajuste 501 a las bridas 409, 410, de una de las secciones 401, 402 de cáscara de molde.

En una realización, la abertura de bastidor se extiende a lo largo de todo el bastidor, y divide el bastidor 502 en dos partes.

El bastidor 502 también comprende un engranaje, a modo de medio 505 para ajustar una posición de la pieza de guía 503 con respecto al bastidor 502, en la dirección de ajuste. En algunas realizaciones, el engranaje 505 comprende un engranaje, tal como un engranaje de tornillo sin fin, que desplaza la pieza de guía 503 con respecto al bastidor 502 en la dirección de ajuste, en respuesta a una rotación del engranaje de tornillo sin fin. El engranaje 505 está dispuesto entre el bastidor 502 y la pieza de guía 503, y se engancha a ambos. En algunas realizaciones, el engranaje de tornillo sin fin es una varilla roscada. En algunas realizaciones, el engranaje 505 se acciona manualmente, por ejemplo mediante un destornillador. En otras realizaciones, el engranaje 505 se acciona mediante un actuador hidráulico o eléctrico.

El bastidor 502 comprende adicionalmente unos medios 506 para fijar una posición de la pieza de guía 503, con respecto al bastidor 502. La pieza de guía 503 comprende al menos una ranura alargada 507, que se extiende en paralelo a la dirección de ajuste. El medio 506 de fijación de una posición se engancha con la pieza de guía 503 en la al menos una ranura alargada 507. En algunas realizaciones, el medio 506 de fijación de una posición es un tornillo de cabeza hexagonal.

En la realización representada, el bastidor 502 encierra la pieza de guía 503 desde dos lados opuestos 511, para proporcionar el guiado lineal para la pieza de guía 503. Un tercer lado 512 está dispuesto entre los lados opuestos 511, y en paralelo a la dirección de ajuste, junto a la pieza de guía 503. El tercer lado 512 comprende un cojinete para el engranaje 505 de la pieza de guía 503 y la abertura del bastidor. La al menos una ranura alargada 507 está dispuesta adyacente a al menos uno de los lados opuestos. El medio 506 de fijación de una posición de la pieza de guía 503 penetra en una interfaz entre el al menos uno de los lados opuestos y la pieza de guía 503, en paralelo a la interfaz. Por lo tanto, el al menos uno de los lados opuestos 511 puede soportar el medio 506 de fijación de una posición contra la pieza de guía 503 y el correspondiente otro lado opuesto 511.

En la realización representada, se proporcionan cuatro tornillos de cabeza hexagonal como medios de fijación de una posición, penetrando dos de los tornillos de cabeza hexagonal en la interfaz entre cada uno de los lados opuestos 511 y la pieza de guía 503. Los tornillos de cabeza hexagonal se enganchan con la pieza de guía 503 en cuatro ranuras alargadas, dos de las cuales están situadas respectivamente a cada lado de la pieza de guía 503, adyacentes a los lados opuestos 511. Los tornillos de cabeza hexagonal se enroscan en el tercer lado 512. Las características 508 para la fijación del actuador de ajuste 501 están dispuestas adyacentes a los lados exteriores de los lados opuestos.

El medio de transferencia 551 comprende una espiga 552 y una placa de base 553, sobresaliendo la espiga 552 perpendicularmente de la placa de base 553. La espiga 552 tiene una forma aproximadamente cilíndrica, y una punta redondeada. La placa de base comprende unas características 558 para la fijación del medio de transferencia 551 a la otra brida 410, 409 respectiva.

La abertura alargada 504 se extiende aproximadamente el diámetro de la espiga 552, en la dirección de ajuste, y

una distancia mayor que el diámetro de la espiga 552, transversalmente a la dirección de ajuste. La abertura alargada actúa como una guía para el medio de transferencia 551, guiando el medio de transferencia en la dirección de ajuste y permitiendo el libre desplazamiento del medio de transferencia, transversalmente a la dirección de ajuste. En consecuencia, la abertura alargada 504 guía la espiga 552 en la dirección de ajuste, y la espiga 552 puede desplazarse libremente a lo largo de la abertura alargada 504. La abertura de bastidor se extiende tanto en la dirección de ajuste como transversalmente a la dirección de ajuste, aproximadamente al menos la longitud de la abertura alargada 504 de la pieza de guía. La longitud de la abertura alargada se refiere a la dimensión de la abertura alargada a lo largo de su extensión. En consecuencia, la espiga 552 puede desplazarse libremente por la abertura de bastidor tanto en la dirección de ajuste como a lo largo de la extensión de la abertura alargada 504.

La Fig. 8a muestra una serie de medios de transferencia 551 fijados a la brida 410 de la sección 402 de cáscara de molde de punta, mirando a un lado de enganche de la brida 410. Adicionalmente, en una vista ampliada A se muestran detalles de los medios de transferencia 551. La espiga 552 de los medios de transferencia 551 está dispuesta para sobresalir de la brida 410, a través de uno de los orificios 424, y para sobresalir de la brida 410 por el lado de enganche. Una serie de elementos de sujeción 561 penetran en la brida 410 para engancharse con la placa de base 553, que está dispuesta en un lado de la brida 410 opuesto al lado de enganche.

La Fig. 8b muestra los medios de transferencia 551 fijados a la brida 410 de la sección 402 de cáscara de molde de punta, mirando al lado opuesto al lado de enganche de la brida 410. En una vista ampliada B se muestran detalles de los medios de transferencia 551. Los elementos de sujeción 561 penetran en la placa de base 553, de tal manera que sus terminaciones son visibles.

La Fig. 9 muestra una serie de un primer y un segundo actuadores de ajuste 501a, 501b, tal como el actuador de ajuste 501 descrito anteriormente, fijados a la brida 409 de la sección 401 de cáscara de molde de raíz. Adicionalmente, en las vistas ampliadas C, D se muestran detalles del primer y segundo actuadores de ajuste 501a, 501b. El primer y segundo actuadores de ajuste 501a, 501b están montados en la brida 409, de tal manera que su respectiva abertura alargada 504 quede alineada con uno de los orificios 424 de la brida 409. En la vista ampliada C, un primer actuador de ajuste 501a está orientado con su abertura alargada 504a extendiéndose transversalmente hasta la sección 401 de cáscara de molde de raíz, en una dirección de cuerda del perfil. En la vista ampliada D de la realización representada, el segundo actuador de ajuste 501b está orientado de tal manera que su abertura alargada 504b está orientada perpendicularmente a la abertura alargada 504a del primer actuador de ajuste 501a. En consecuencia, las direcciones de ajuste del primer y segundo actuadores de ajuste 501a, 501b son perpendiculares entre sí.

La Fig. 10 muestra un detalle de la sección 401 de cáscara de molde de raíz y la sección 402 de cáscara de molde de punta enganchadas entre sí, con el actuador de ajuste 501 y una espiga 552 de un correspondiente medio de transferencia. El actuador de ajuste 501 se fija a la brida 409 de la primera sección de cáscara de molde de raíz, por ejemplo mediante unos elementos de sujeción que se enganchan con las características 508 para la fijación del actuador de ajuste 501. Las bridas 409, 410 hacen tope la una contra la otra. Los respectivos orificios 424 en las bridas 409, 410 quedan alineados entre sí, para alojar unos medios de fijación tales como pernos roscados. La espiga 552 de los medios de transferencia 551 sobresale de uno de los orificios 424 de la brida 410 de la sección 402 de cáscara de molde de punta, de un correspondiente orificio 424 de la sección 401 de cáscara de molde de raíz y de la abertura alargada 504 del actuador de ajuste 501, de tal manera que la espiga 552 se engancha con la abertura alargada 504. La abertura alargada 504 se extiende transversalmente a la sección 401 de cáscara de molde de raíz y a la sección 402 de cáscara de molde de punta, en una dirección de cuerda del perfil. En consecuencia, la espiga 552 puede desplazarse libremente en sentido transversal a las secciones 401, 402 de cáscara de molde en una dirección de cuerda del perfil, y es guiada para ajustar la altura de la sección 401 de cáscara de molde de raíz con respecto a la sección 402 de cáscara de molde de punta.

La Fig. 11 es una vista en sección transversal de los medios de ajuste 500 con el actuador de ajuste 501 y el medio de transferencia 551, de acuerdo con el detalle de la Fig. 10. El medio de transferencia 551 está fijado a la brida 410 de la sección 402 de cáscara de molde de punta mediante los elementos de sujeción 561, que se enganchan con las características 558 para la fijación del medio de transferencia 551. En algunas realizaciones, los elementos de sujeción 561 son tornillos. La espiga 552 pasa por la brida 409 de la sección 401 de cáscara de molde de raíz a través de un orificio 424a, que tiene un diámetro mayor que la espiga 552, de manera que la espiga 552 pueda desplazarse transversalmente al orificio 424. Asimismo, como se explicó anteriormente, dado que la abertura 509 de bastidor excede las dimensiones de la abertura alargada 504, la espiga 552 puede desplazarse libremente en sentido transversal a la abertura 509 de bastidor.

El bastidor 502 también soporta y hace tope con el engranaje 505 de la pieza de guía 504. En la realización representada, el engranaje 505 es un engranaje de tornillo sin fin que se engancha con la pieza de guía 504 en una ranura roscada 510, que se extiende en paralelo a la dirección de ajuste 503. Cuando se hace girar el engranaje de tornillo sin fin, la pieza de guía 503 se mueve linealmente en la dirección de ajuste 520.

En la Fig. 11 se muestra también cómo la espiga 552 se hace tope contra la pieza de guía 503 en la ranura alargada 504 desde ambos lados en la dirección de ajuste 520. Por consiguiente, cuando se desplaza la pieza de guía 503, la

pieza de guía 503 se engancha con la espiga 552 y arrastra la espiga 552, de tal manera que el movimiento de la pieza de guía 503 se transfiere a la brida 410 y a la sección 402 de cáscara de molde de punta. Por consiguiente, la brida 410 y la sección 402 de cáscara de molde de punta se desplazan con respecto a la brida 409 y a la sección 401 de cáscara de molde de raíz, en la dirección de ajuste 520, en respuesta a la rotación del engranaje de tornillo sin fin.

La Fig. 12 muestra el bastidor 502 sin la pieza de guía 503. La abertura 509 de bastidor está dispuesta en el centro, con la espiga 552 en el centro de la abertura 509 de bastidor, separada con respecto al contorno de la abertura 509 de bastidor. Los lados opuestos 511 están dispuestos lateralmente. Las características 508 de fijación se proporcionan en la periferia del bastidor 502. El cojinete 513 para el engranaje 505 descrito anteriormente está dispuesto sobre el tercer lado 512, entre los lados opuestos 511.

En una realización alternativa, una espiga está fijada a la pieza de guía y se engancha con un orificio en la otra sección de cáscara de molde respectiva. El orificio puede tener la forma de una abertura alargada, para proporcionar un enganche en una dirección de ajuste y, en cierta medida, para proporcionar un desplazamiento libre en una dirección perpendicular a la dirección de ajuste.

Para proporcionar una transición suave entre la sección 401 de cáscara de molde de raíz y la sección 402 de cáscara de molde de punta adyacentes, las secciones 401, 402 de cáscara de molde se posicionan inicialmente de tal manera que sus bordes de conexión 407, 408 y sus bridas 409, 410 se enganchan entre sí.

En una etapa adicional, para proporcionar medios de ajuste, se aplica el actuador de ajuste 501 a una de las bridas 409, 410 de las secciones 401, 402 de cáscara de molde, y se aplica el medio de transferencia 551 a la otra brida 410, 409 respectiva, de manera que la espiga 552 sobresalga de ambas bridas y del bastidor 502 de forma aproximadamente perpendicular, y se enganche con la pieza de guía 503 en el orificio alargado 504. El actuador de ajuste 501 se orienta con respecto a las secciones 401, 402 de cáscara de molde, para determinar la dirección de ajuste 520. En algunas realizaciones, la dirección ajuste 520 se orienta para proporcionar un ajuste en altura de las secciones 401, 402 de cáscara de molde, la una con respecto a la otra.

Pueden aplicarse medios de ajuste adicionales para proporcionar un ajuste en altura o un ajuste en el sentido de la cuerda del perfil de las secciones 401, 402 de cáscara de molde, la una con respecto a la otra.

En una etapa adicional se acciona el actuador de ajuste 501, y ajusta las secciones 401, 402 de cáscara de molde la una con respecto a la otra, hasta que sus respectivas superficies 411, 412 de molde queden aproximadamente al ras la una con respecto a la otra, en áreas de las superficies 411, 412 de molde adyacentes al primer y segundo bordes de conexión 407, 408.

Adicional o alternativamente a los medios de ajuste, se inserta la lámina de unión 421 en las porciones rebajadas 419, 420 de las secciones 401, 402 de cáscara de molde, de tal manera que porciones de la lámina de unión 421 queden distribuidas de forma aproximadamente uniforme entre ambas porciones rebajadas 419, 420, de modo que se cubra la interfaz entre las secciones 401, 402 de cáscara de molde. La lámina de unión se dispone para cubrir al menos la interfaz entre las secciones 401, 402 de cáscara de molde, en el área de las superficies de molde en la que se formarán las cáscaras de pala. En algunas realizaciones, la inserción de la lámina de unión 421 comprende aplicar una tela tejida seca en una primera etapa, e infundir una resina en una siguiente etapa para obtener una capa de material compuesto reforzado con fibras. La capa de material compuesto reforzado con fibras se cubre con un revestimiento, tal como un revestimiento de gel, que se distribuye para que coincida con las superficies 411, 412 de molde de las secciones 401, 402 de cáscara de molde.

REIVINDICACIONES

1. Sección de cáscara de molde de pala de turbina eólica, de una cáscara (52, 54) de molde de pala turbina eólica, que comprende:

- una superficie (411, 412) de molde, para recibir un material compuesto reforzado con fibras para una pala;
- un borde de conexión (407, 408), dispuesto lateralmente en la sección (401, 402) de cáscara de molde, estando adaptado dicho borde de conexión (407, 408) para proporcionar una interfaz para otra sección (402, 401) de cáscara de molde de dicha cáscara (52, 54) de molde; y
- teniendo dicha superficie de molde una porción rebajada (419, 420) adyacente a dicho borde de conexión (407, 408), estando adaptada dicha porción rebajada (419, 420) para alojar una porción de una lámina de unión (421); y
- en la que dicha porción rebajada se hunde con respecto a un nivel normal de la superficie (411, 412) de molde, comprendiendo la porción rebajada (419, 420) una sección recta que tiene una sección transversal oblonga, adyacente a los bordes de conexión (407, 409), y una sección cónica que se estrecha desde el nivel de la sección recta hasta el nivel normal de la superficie (411, 412) de molde.

2. Sección de cáscara de molde de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende unos medios de ajuste (500) para ajustar entre sí dicha sección (401, 402) de cáscara de molde y otra sección (402, 401) de cáscara de molde, en la que los medios de ajuste (500) están dispuestos en la sección (401, 402) de cáscara de molde adyacentes al borde de conexión (407, 408).

3. Sección de cáscara de molde de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una brida (409, 410) que se extiende a lo largo del borde de conexión (407, 408), perpendicularmente a la superficie (411, 412) de molde y en un lado de la sección (401, 402) de cáscara de molde opuesto a la superficie (411, 412) de molde, estando dispuesta dicha brida (409, 410) para la fijación de dicha sección (401, 402) de cáscara de molde a una brida de otra sección (401, 402) de cáscara de molde y/o presentando características para la fijación de medios de ajuste, para ajustar dicha sección (401, 402) de cáscara de molde a la otra sección (401, 402) de cáscara de molde.

4. Cáscara de molde de pala de turbina eólica, que comprende al menos dos secciones (401, 402) de cáscara de molde de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, enganchándose dichas secciones (401, 402) de cáscara de molde entre sí a lo largo de sus respectivos bordes de conexión (407, 408), y una lámina de unión (421) alojada en las porciones rebajadas (419, 420) de las secciones (401, 402) de cáscara de molde, en la que la lámina de unión (421) está dispuesta para llenar las porciones rebajadas.

5. Cáscara de molde de acuerdo con la reivindicación 4, en la que dicha porción rebajada (419, 420) de cada mencionada sección (401, 402) de cáscara de molde está dimensionada para permitir que dicha lámina de unión (421), alojada en la porción rebajada, forme una superficie a ras con la superficie (411, 412) de molde.

6. Cáscara de molde de acuerdo con la reivindicación 4, en la que dicha lámina de unión (421) comprende un revestimiento de gel que cubre el laminado y que se hace coincidir con las superficies de molde de las secciones (401, 402) de cáscara de molde.

7. Cáscara de molde de acuerdo con la reivindicación 4, en la que dicha lámina de unión (421) comprende una tela tejida seca y una resina.

8. Cáscara de molde de acuerdo con la reivindicación 4, en la que dicha lámina de unión (421) está cubierta con un revestimiento que comprende una capa antiadherente, que impide la adherencia de una resina para la estructura de una mitad (32) de cáscara de pala.

9. Cáscara de molde de acuerdo con la reivindicación 8, en la que dicho revestimiento está conformado para adaptar dicha lámina de unión (421) a una superficie de molde de sección de raíz de dicha cáscara de molde y a una superficie de sección de punta de dicha cáscara de molde.

10. Cáscara de molde de acuerdo con la reivindicación 4, que comprende adicionalmente unos medios de ajuste para ajustar mutuamente dichas primera y segunda secciones (401, 402) de cáscara de molde de acuerdo con cualquier reivindicación 1 a 3, de una cáscara de molde de pala de turbina eólica, comprendiendo dichos medios de ajuste (501):

- un bastidor (502) para fijar dichos medios de ajuste (500) a dicha primera sección (401) de cáscara de molde;
- una pieza de guía (503) que está adaptada para engancharse con dicha segunda sección (402) de cáscara de molde, y que está adaptada para deslizarse en dicho bastidor (502) en una dirección de ajuste (520), para guiar una posición de enganche de la primera sección (401) de cáscara de molde con dicha segunda sección (402) de cáscara de molde, en la dirección de ajuste (520); y
- medios para el ajuste (505) y/o la fijación (506) de una posición de dicha pieza de guía (503) con respecto a

dicho bastidor (502).

11. Cáscara de molde de acuerdo con la reivindicación 10, en la que dicha primera sección (401) de cáscara de molde comprende una primera brida (409) que se extiende a lo largo del primer borde de conexión, perpendicularmente a la primera superficie (411) de molde, en un lado de la primera sección de cáscara de molde opuesto a la primera superficie de molde, y dicha segunda sección (402) de cáscara de molde comprende una segunda brida (410) que se extiende a lo largo del segundo borde de conexión, perpendicularmente a la segunda superficie de molde, en un lado de la segunda sección de cáscara de molde opuesto a la segunda superficie (412) de molde, y que comprende adicionalmente un actuador de ajuste de dichos medios de ajuste (501) dispuesto en la primera brida, y una espiga (551) dispuesta en la segunda brida, de manera que la espiga sobresale de dichas primera y segunda bridas y de dicho actuador de ajuste.

12. Método para proporcionar una transición suave entre secciones de cáscara de molde adyacentes, de una cáscara de molde de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 4, que comprende las etapas de:

- proporcionar una primera sección de cáscara de molde que comprende una primera superficie de molde, un primer borde de conexión dispuesto lateralmente sobre la primera sección de cáscara de molde, y teniendo dicha primera superficie de molde una primera porción rebajada adyacente a dicho primer borde de conexión;
- proporcionar una segunda sección de cáscara de molde que comprende una segunda superficie de molde, un segundo borde de conexión dispuesto lateralmente sobre la segunda sección de cáscara de molde, y teniendo dicha segunda superficie de molde una segunda porción rebajada adyacente a dicho segundo borde de conexión, en la que el segundo borde de conexión está conformado para que coincida con el primer borde de conexión;
- disponer la primera sección de cáscara de molde y la segunda sección de cáscara de molde adyacentes entre sí, de tal manera que el primer y segundo bordes de conexión queden enfrentados entre sí;
- ajustar dicha primera y segunda secciones de cáscara de molde, de manera que la primera y segunda superficies de molde queden aproximadamente al ras la una con respecto a la otra, en áreas de las superficies de molde adyacentes a las porciones rebajadas; y
- aplicar una lámina de unión en la primera y segunda porciones rebajadas, de manera que la lámina de unión llene las porciones rebajadas.

13. Método de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el ajuste de dichas primera y segunda secciones de cáscara de molde se lleva a cabo con unos medios de ajuste, adaptados para ajustar la altura de dichas primera y segunda secciones de cáscara de molde la una con respecto a la otra, y para proporcionar un desplazamiento libre de dichas primera y segunda secciones de cáscara de molde la una con respecto a la otra, en una dirección de cuerda del perfil.

14. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 12 a 13, en el que la aplicación de una lámina de unión comprende aplicar un revestimiento de gel, y hacer coincidir dicho revestimiento de gel con dicha primera y segunda superficies de molde.

15. Método para fabricar una pala de turbina eólica, que comprende las etapas de:

- proporcionar, de acuerdo con la reivindicación 12, una transición suave entre las secciones de cáscara de molde adyacentes, de una cáscara de molde de turbina eólica; y
- proporcionar una cáscara de molde que comprende dichas primera y segunda secciones de cáscara de molde; y
- colocar fibras y una resina en la cáscara de molde, formando dichas fibras y dicha resina una primera mitad de cáscara de la pala de turbina eólica.

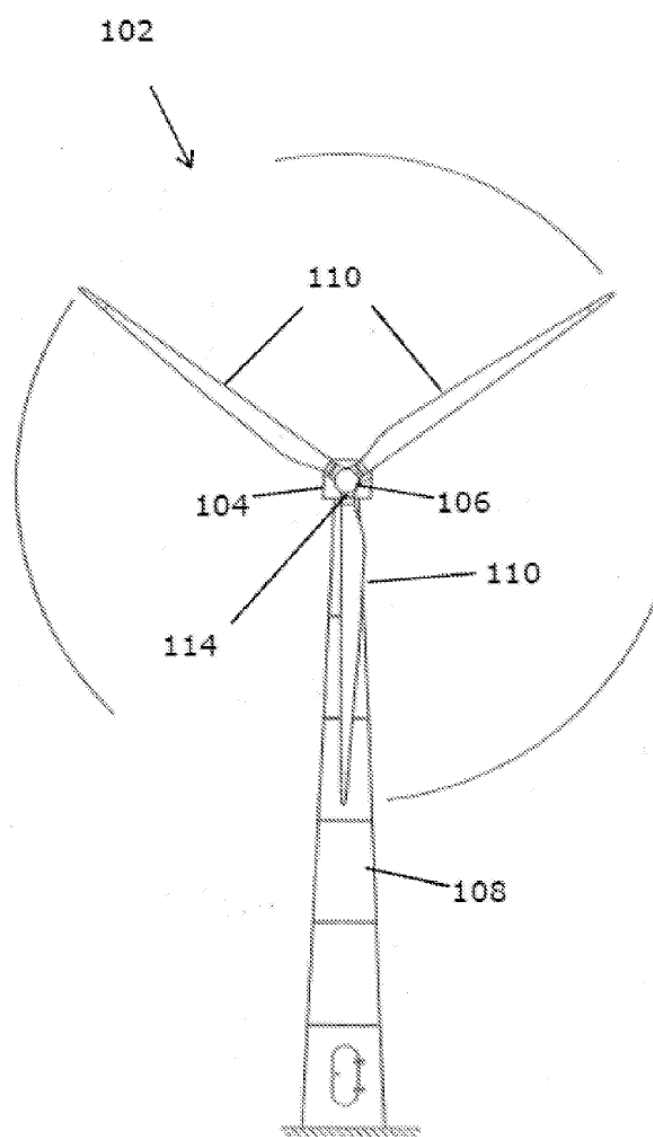
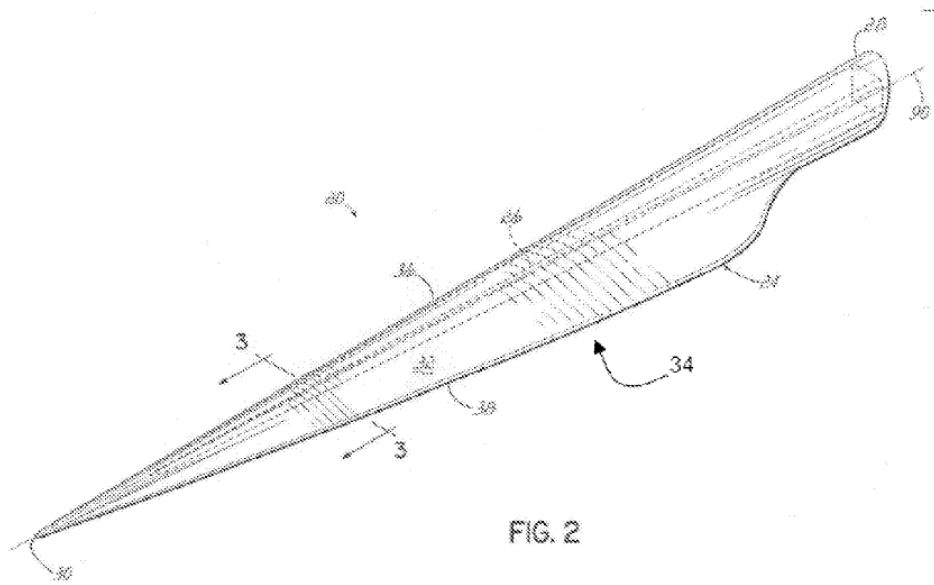


Fig. 1



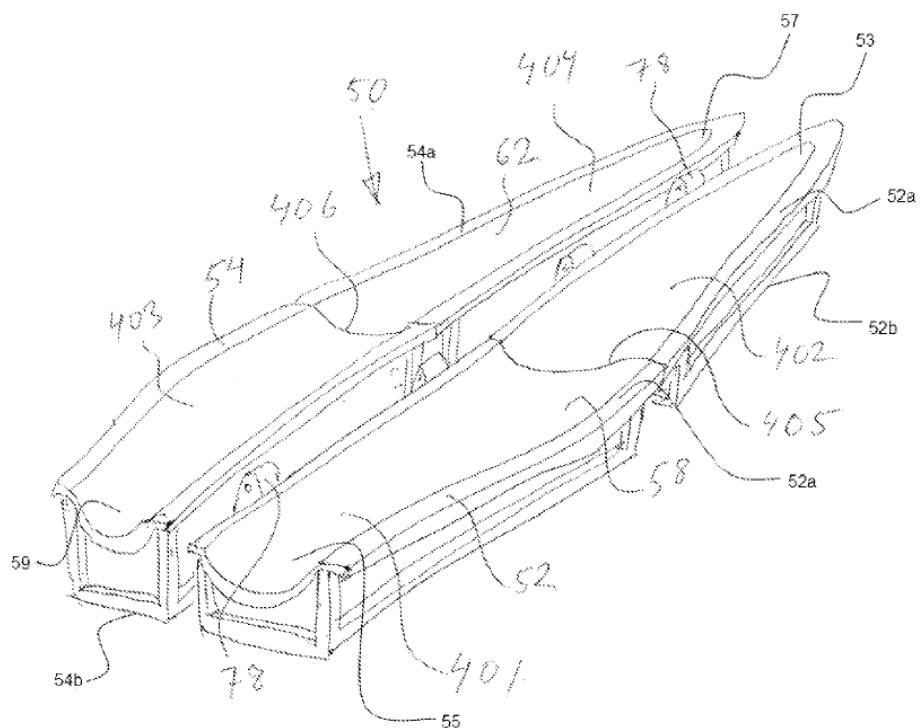


Fig. 3

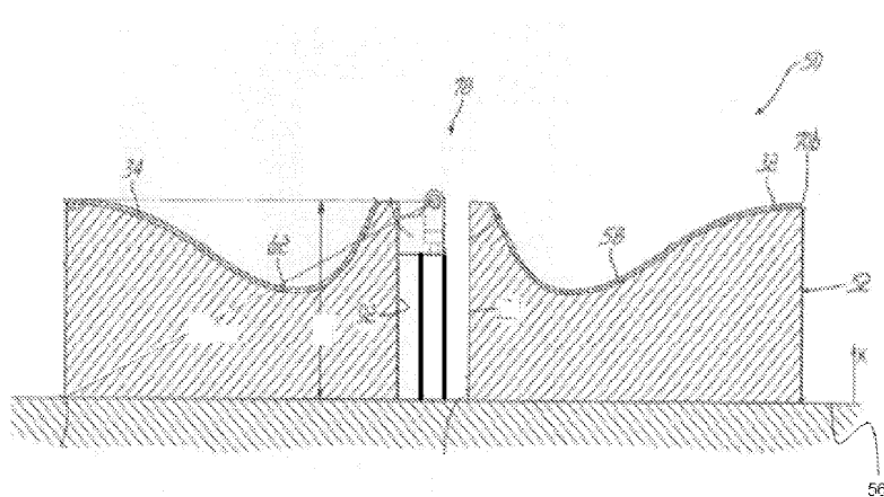


Fig. 4

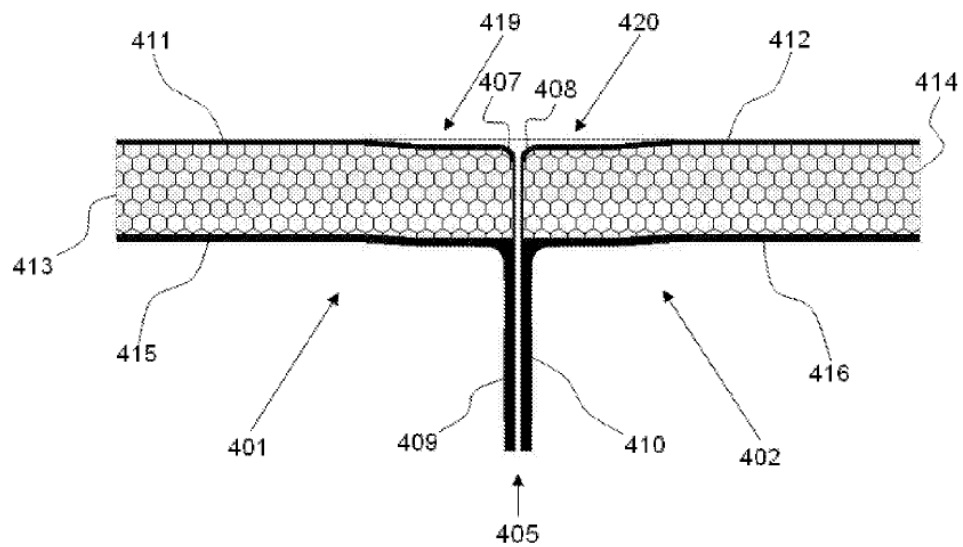


Fig. 5a

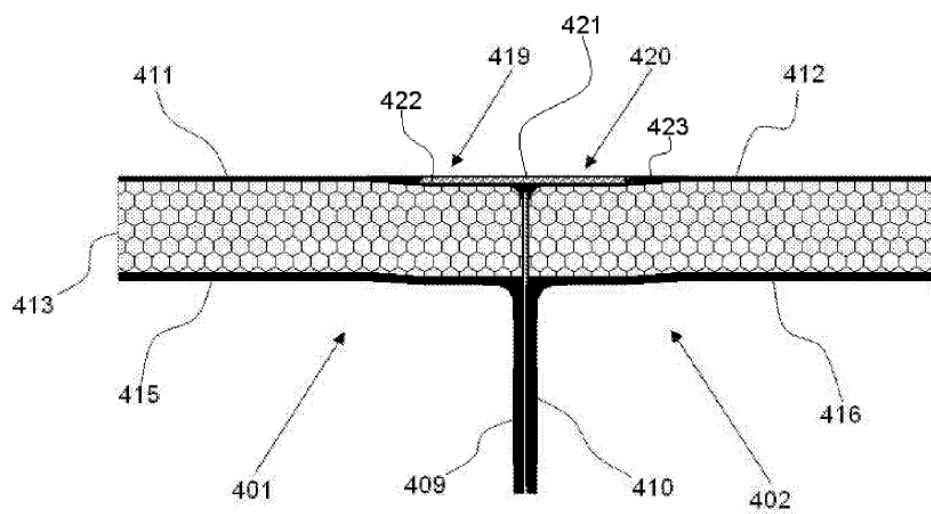


Fig. 5b

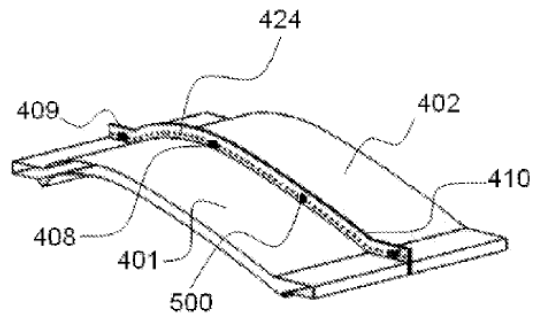


Fig. 6

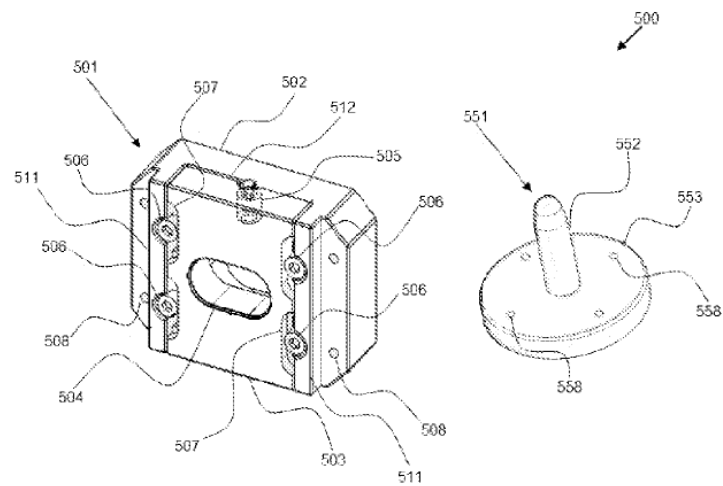


Fig. 7

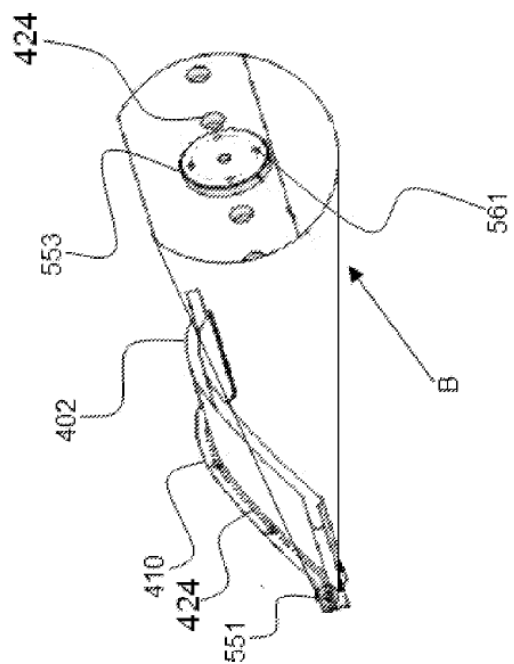


Fig. 8b

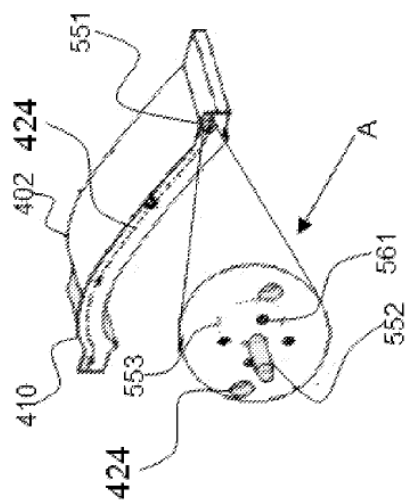


Fig. 8a

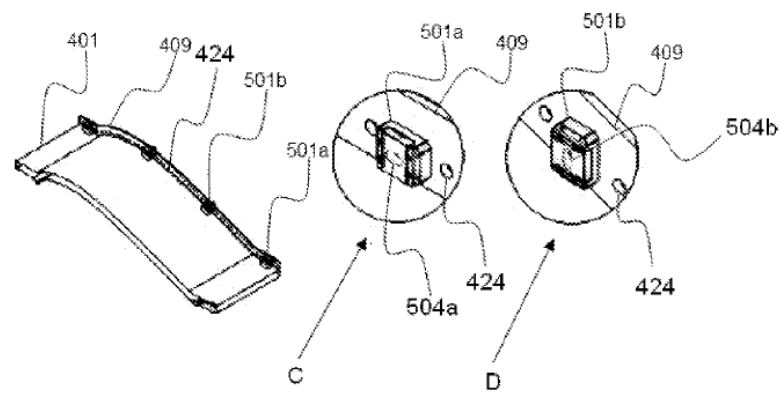


Fig. 9

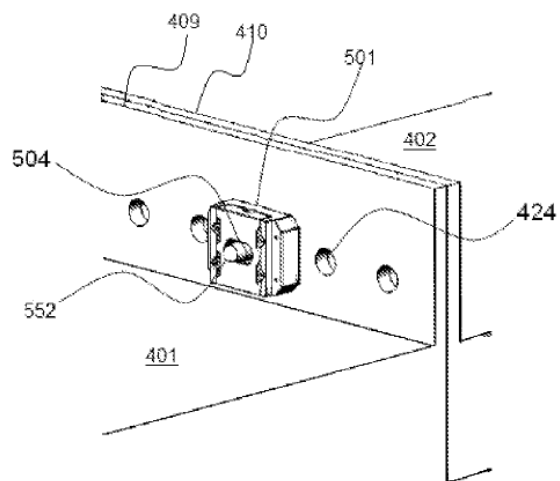


Fig. 10

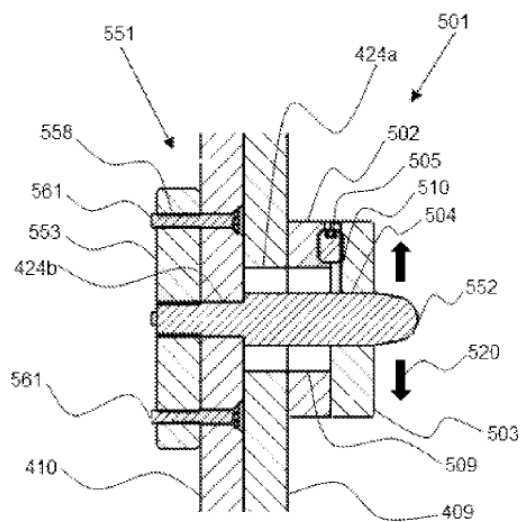


Fig. 11

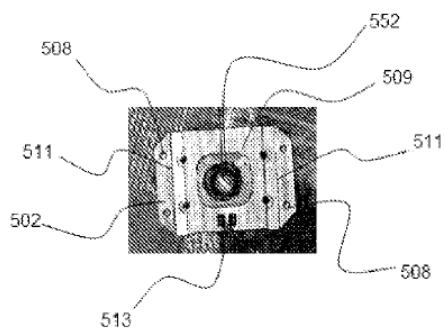


Fig. 12